



3 Diagnose und Therapie von Krankheiten

Unser **Gesundheitswesen** bietet je nach Erkrankung unterschiedliche Untersuchungs- und Behandlungsmethoden an. Je nach Schwere der Erkrankung werden die unterschiedlichsten Methoden angewendet.

Ist jemand erkrankt, geht diese Person als erstes zu einer **Ärztin** oder einem **Arzt**. Die Ärztin oder der Arzt führt ein analysierendes Gespräch mit der Patientin oder dem Patienten, die sogenannte **Anamnese**, durch.

Bei der Anamnese wird die persönliche Leidensgeschichte der Patientin oder des Patienten erfasst und Aufzeichnungen werden gemacht. Je nach Krankheit bekommt die Person entweder Medikamente verschrieben oder wird zu weiteren Gesundheitseinrichtungen oder Fachärztinnen/-ärzten überwiesen.

Es können nun folgende Untersuchungsmethoden durchgeführt werden.



Abb. 34 Anamnesegespräch

3.1 Untersuchungen von Körperflüssigkeiten

Die Untersuchung von Körperflüssigkeiten erfolgt in einem **medizinischen Labor**. Entweder geht man selbst zum Labor oder die Körperflüssigkeiten werden von der/dem behandelnden Ärztin/Arzt an dieses Labor geschickt.

Im medizinischen Labor werden neben Blut unter anderem noch folgende Untersuchungsmaterialien analysiert:

- Harn
- Stuhl
- Liquor (Gehirn-Rückenmarks-Flüssigkeit)
- Abstriche z. B. vom Speichel, Krebsabstrich von der Untersuchung beim Frauenarzt
- Gelenkflüssigkeit nach Entnahme (Punktion)

Auch die genetischen und molekularbiologischen Untersuchungen werden im Labor durchgeführt. Dieser Bereich wird in Zukunft immer wichtiger, vor allem zur Prävention von Krankheiten.

Im Blut werden folgende Bestandteile untersucht:

- alle Arten der Blutzellen
- Blutplasma

Aus dieser Untersuchung der Blutzellen entsteht ein Blutbild. Es gibt das Verhältnis der Erythrozyten und der Blutflüssigkeit mit dem **Hämatokritwert** an.

genetische Untersuchung = gibt Aufschlüsse über den Aufbau der Erbinformation und die Anzahl der Chromosomen (► S. 152)

molekularbiologische Untersuchung = mit ihr können Tiere, Pflanzen, Bakterien und Viren aufgrund ihrer Erbsubstanz bestimmt werden

MINI 3

Wiederholung – Blutbestandteile

😊😊 Beantworten Sie folgende Fragen:

- Welche Blutzellen gibt es und wo werden sie gebildet?
- Welche Aufgaben haben diese Blutzellen im Blut?
- Welche Aufgabe hat das Blutplasma?

Das Blut würde nach der Entnahme gerinnen, also puddingartig werden. Damit man es untersuchen kann, müssen **Gerinnungshemmer**, z. B. Heparin, Citrat, beigefügt werden.

Danach kommt das Röhrchen in eine Zentrifuge. Dabei wird das Röhrchen geschleudert und die Blutzellen lagern sich am unteren Teil des Röhrchens ab. Darüber befindet sich das gelbliche, flüssige Blutplasma.

Um das Blutserum zu erhalten, muss das Blut zuerst gerinnen und dann wird es zentrifugiert, der flüssige Überstand ist das Blutserum.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen sind die **Laborwerte**, die Aufschluss über den Gesundheitszustand, Erkrankungen bzw. Gesundheitsrisiken einer Person geben. Diese Laborwerte helfen der Ärztin oder dem Arzt bei weiteren Therapieentscheidungen.



Abb. 35 Blutröhrchen im Labor

Zentrifuge = ein Gerät, das aufgrund der Zentrifugalkraft unterschiedlich schwere Stoffe voneinander trennt

MINI 4

Analysieren Sie das Blutbild

☹️☹️ Schauen Sie sich das Blutbild in Abb. 36 an und versuchen Sie, es zu analysieren. Was können Sie herauslesen?

Material: EDTA-Blut; NA-Fluorid-Blut; Serum/Vollblut				Endbefund
Untersuchung:	Ergebnis / Einheit	Vorwerte	Referenzbereich	Ziffer
Vorsorgepr. (Erweit)	durchgef.			
Kleines Blutbild:				
Leukozyten	6.0 $\times 10^3/\mu\text{l}$		3.5 - 9.8	
Erythrozyten	4.9 $\times 10^6/\mu\text{l}$		4.5 - 5.9	
Hämoglobin	14.8 g/dl		13.5 - 17.5	
Hämatokrit	43.8 %		40.0 - 53.0	
MCV	89.0 fl		80.0 - 96.0	
MCH	30.1 pg		28.0 - 33.0	
MCHC	33.8 g/dl		32.0 - 36.0	
Thrombozyten	239 $\times 10^3/\mu\text{l}$		140 - 440	
ASAT(GOT)	34 U/l		10-50 b. Erw.	
ALAT(GPT)	44 U/l		10-50 b. Erw.	
Cholesterin	▲ 207 mg/dl		100 - 200	
<i>grenzwertig erhöht</i>				
Triglyzeride	▲ 223 mg/dl		< 150	
<i>nach (DGFF)Lipid-Liga 2005 erhöhter Wert.</i>				
HDL-Cholesterin	46 mg/dl		> 40	
LDL-Chol.(Friedewald)	116 mg/dl		- 160	
Kreatinin (Jaffe, IDMS)	1.08 mg/dl		0.7 - 1.2	
Glukose (NF) nü.	94 mg/dl		60 - 100	

Abb. 36 Blutbild

3.2 Zytodiagnostik – Beurteilung der Zellen von Abstrichen

Die Zytodiagnostik untersucht Zellen aus verschiedenen Körperbereichen. Diese Zellen können folgendermaßen gewonnen werden:

- **Abstrich:** Er erfolgt mit Hilfe von sterilen Wattetupfern, kleinen Spachteln oder Bürsten. Dabei werden Körperzellen aus der Oberfläche von Wunden oder Schleimhäuten (Mund, Scheide, After) entnommen.
- **Biopsie:** Das ist die Entnahme von Gewebe aus dem lebenden Organismus.
- **Punktion:** Das ist die Entnahme von Gewebsflüssigkeiten mit Hilfe einer Nadel.

Eine Untersuchung von Körperzellen erfolgt meist bei der Krebsvorsorge. Die häufigste Untersuchung ist die des Krebsabstriches nach einer Untersuchung beim Frauenarzt. Diese Untersuchung dient zur Vorbeugung des Gebärmutterhalskrebses.

Das zu untersuchende Material wird im Labor unterschiedlich verarbeitet:

- Das Material wird direkt auf Objektträger aufgebracht und dünn ausgestrichen.
- Durch schonendes Zentrifugieren wird ein Zellkonzentrat hergestellt.
- Das Material wird durch eine Spezialzentrifuge direkt auf den Objektträger gebracht.

Anschließend werden diese Zellen mit bestimmten Färbemethoden angefärbt und im Mikroskop untersucht. Das Ergebnis, der zytologische Befund, wird nach vorgegebenen Richtwerten bewertet und an die Ärztin oder den Arzt geschickt.



Abb. 37 Entnahme eines Abstrichs der Mundschleimhaut

3.3 Untersuchung und Therapie mit bildgebenden Verfahren

Bildgebende Verfahren sind Untersuchungsmethoden, mit deren Hilfe man Bilder von Organen und Strukturen des zu untersuchenden Menschen erhält. Diese Bilder helfen bei der Diagnose und können krankheitsbedingte Veränderungen im Körper sichtbar machen.



Bildgebende Verfahren beruhen auf medizinischen Geräten mit unterschiedlichen physikalischen oder chemischen Grundlagen, wie

- Röntgen und Computertomographie (CT),
- Ultraschall-Untersuchungen,
- Positronen-Emissions-Tomographie (PET),
- Magnetresonanztomographie (MRT),
- Endoskopie.

3.3.1 Röntgen und Computertomographie (CT)

1895 wurden die ersten Röntgenstrahlen von Wilhelm Conrad Röntgen erzeugt. Seit damals dienen Röntgenuntersuchungen als schnelle und zuverlässige Methode, um Verletzungen, z. B. Knochenbrüche, oder Erkrankungen festzustellen.

Eine Weiterentwicklung des herkömmlichen Röntgenapparates ist die noch genauere Untersuchungsmethode mit Hilfe der Computertomographie.

Bei beiden Methoden kommt es zu einer Strahlenbelastung. Daher sollten Hoden und Eierstöcke stets durch einen Bleischutz geschützt werden.

Wilhelm Conrad Röntgen
(1845 – 1923),
deutscher Physiker

MINI 5

Wann wurden Sie einem Röntgen unterzogen?

- ☹️ Erinnern Sie sich, wann Sie das letzte Mal ein Röntgen machen mussten. Warum war dieses Röntgen notwendig?
- ☹️ Mussten Sie eventuell schon ein CT machen? Warum?
- 😊😊 Vergleichen Sie die Ergebnisse untereinander.

Die **Röntgenuntersuchung** beruht auf der Fähigkeit der **Röntgenstrahlen**, den Körper zu durchdringen. Röntgenstrahlung ist eine **ionisierende Strahlung**, die Elektronen aus Atomen oder Molekülen entfernt, sodass positiv geladene Ionen oder Molekülreste zurückbleiben.

Bei der Röntgenuntersuchung wird mit Hilfe einer Röntgenröhre Röntgenstrahlung erzeugt. Diese Strahlung wird durch den Körper oder die Körperstelle geschickt und mit Hilfe eines **digitalen Speichermediums** wird die Strahlungsintensität nach dem Durchgang gemessen. Aus diesen Messwerten wird dann ein **Röntgenbild** berechnet.

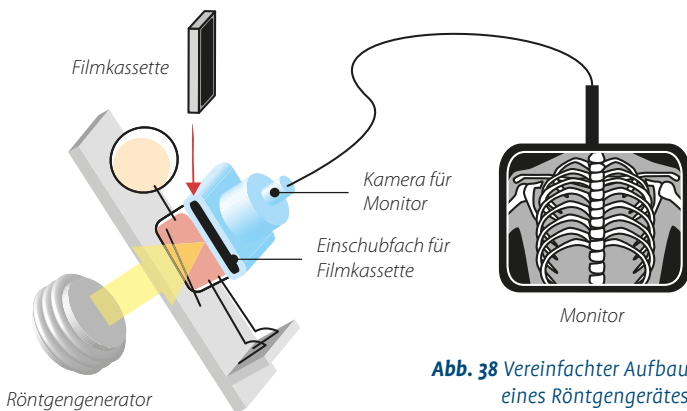


Abb. 38 Vereinfachter Aufbau eines Röntgengerätes

Abb. 38 stellt einen vereinfachten Aufbau eines Röntgengerätes dar. Im Röntgengenerator wird in der Röntgenröhre die Strahlung erzeugt. Diese durchwandert den Körper und wird durch Einschub einer Filmkassette, heute meist mit digitalem Speichermedium, aufgezeichnet.

Früher wurden für die Aufzeichnung Röntgenfilme verwendet. Dabei war die Strahlenbelastung größer als bei der heutigen digitalen Aufzeichnung. Die digitale Aufzeichnung ermög-

licht genauere Aufnahmen mit einem größeren Kontrastumfang. Das bedeutet, es gibt keine Unter- oder Überbelichtung.

Das **Röntgenbild** entsteht, da Körpergewebe die Strahlen unterschiedlich durchlassen.

- Luft und gashaltige Organe wie Lunge und Darm lassen viel Strahlung durch und zeigen am Röntgenbild dunkle Strukturen.
- Knochen oder Gewebe mit hohem Kalkgehalt wie etwa Gallen- oder Nierensteine absorbieren viel Strahlung und zeigen am Röntgenbild helle Strukturen.

Weichteilgewebe von Organen besteht hauptsächlich aus Wasser. Um hier einen besseren Kontrast zu erhalten, bekommt die Patientin oder der Patient ein **Kontrastmittel** verabreicht. Entweder wird dieses Kontrastmittel über Venen oder Arterien in den Blutkreislauf gespritzt oder man trinkt es (z. B. bei Magen-Darm-Untersuchungen). Zur Untersuchung von Schlagadern und Herzkranzgefäßen wird das Kontrastmittel über einen Katheter verabreicht.

Röntgenstrahlen = elektromagnetische Wellen (► S. 23), die im elektromagnetischen Spektrum (► S. 45) zwischen der ultraviolettten Strahlung und der Gammastrahlung liegen: Sie werden auch als X-Ray bezeichnet.

Katheter = Röhrchen zum Einführen in Körperorgane zur Entleerung, Füllung oder Spülung

MINI 6

Was können Sie am Röntgenbild erkennen?

☺☺ Schauen Sie sich das Röntgenbild des Kiefers und der Zähne genau an. Was können Sie erkennen?



Abb. 39 Röntgenbild von Kiefer und Zähnen

☺☺ Warum können Sie die Strukturen sehen? Begründen Sie.

Bei der **Computertomographie (CT)** benötigt man einen Computer, der die Rohdaten der einzelnen Bilder zu sogenannten **Schnittbildern** umwandelt. Es werden Röntgenaufnahmen des Körpers oder des Körperteils aus verschiedenen Richtungen gemacht und zu diesen Schnittbildern zusammengefasst.

Die Schnittbilder ermöglichen eine bessere Darstellung der Körperstrukturen als herkömmliche Röntgenaufnahmen, da auch Gewebearten dargestellt werden können. Von den Kosten her sind Aufnahmen mit Computertomographie teurer als normale Röntgenaufnahmen.

Beim Computertomograph (► Abb. 40) wird die Patientin oder der Patient auf die Liegefläche gelegt und dann in den ringförmigen CT geschoben. Dabei werden Röntgenbilder aus allen Richtungen gemacht und in Schnittbildern (► Abb. 41) ausgewertet.

Wie sieht es mit Strahlenrisiko und Strahlenschutz aus?

Der Körper ist bei beiden Untersuchungsmethoden kurzfristig einer Röntgenstrahlung ausgesetzt. Diese **Strahlenbelastung** ist bei modernen Untersuchungsgeräten äußerst gering.

Bei strahlenempfindlichen Organen, wie z. B. Geschlechtsorganen, können durch die Strahlung Zellschädigungen und Veränderungen der Erbinformation auftreten. Sie werden mit **Bleischürzen** geschützt. Dadurch wird die Strahlendosis so gering wie möglich gehalten.

Anders sieht das bei einer **Schwangerschaft** aus. Sollte eine Frau schwanger sein oder der Verdacht einer Schwangerschaft bestehen, so muss sie dies der Ärztin oder dem Arzt unbedingt mitteilen. Wenn es medizinisch nicht unbedingt notwendig ist, wird dann auf eine Röntgenuntersuchung verzichtet. Dadurch wird das ungeborene Kind vor Schädigungen durch Röntgenstrahlen geschützt, da sich die Strahlung negativ auf die Zellentwicklung auswirken kann.

Besonders **Kinder** sollten erst nach genauer Abwägung einer Strahlenbelastung ausgesetzt werden. Sind allerdings aufgrund einer Erkrankung mehrmalige medizinische Anwendungen von Röntgenstrahlungen notwendig, besteht ein Krebsrisiko. Kinder unter 14 Jahre haben ein erhöhtes Risiko Leukämie (besondere Form von Blutkrebs) zu entwickeln. Es kommt hier zu einer Veränderung der blutbildenden Zellen durch die Strahlung.

Bei Röntgenuntersuchungen mit **Kontrastmittel** kann es zu Nebenwirkungen wie Übelkeit, Hautausschlag und Juckreiz kommen.



Abb. 40 Computertomograph

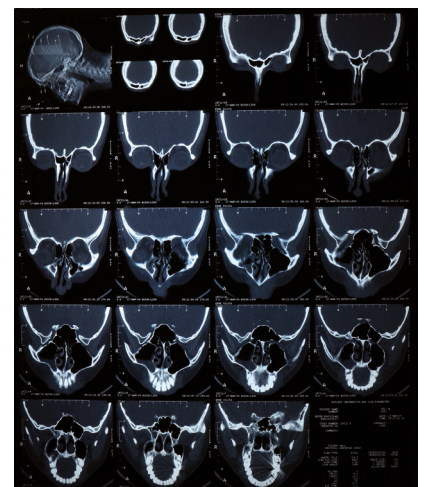


Abb. 41 Schnittbilder vom Schädel



3.3.2 Röntgenstrahlung in der Therapie

Bei der Therapie mit Röntgenstrahlung werden Strahlen mit unterschiedlicher Stärke hergestellt. Die **Röntgentherapie** ist aufgrund der schwierigen Dosierung der Strahlen nicht für eine großflächige Behandlung einer Erkrankung geeignet. Es kommen nur solche Erkrankungen, die eine geringe Gesamtstrahlendosis verlangen, in Frage, wie oberflächlich gelegene Strukturen.

In welchem Fall ist eine Röntgentherapie sinnvoll?

- Nagelbettentzündung
- Hautekzeme
- Gürtelrose – eine Form von Herpes
- besondere Wirbelsäulenerkrankungen
- Narbenverdickungen
- kleine oberflächliche Hauttumore
- oberflächlich gelegene Metastasen (Tochtergeschwülste)

3.3.3 Ultraschall-Untersuchungen

Ultraschallwellen (► S. 34) haben eine Frequenz von mehr als 20 Kilohertz (20 kHz). Sie werden in der Medizin im Zuge der **Sonografie**, als schonendes bildgebendes Verfahren oder bei unterschiedlichen Therapien genutzt.

Ultraschallgeräte senden Schallwellen aus, die in das Innere des Körpers eindringen. Diese Schallwellen werden durch einen Kristall, der sich im **Schallkopf** befindet, erzeugt.

Mit dem Schallkopf wird über die zu untersuchende Körperregion gestrichen.

Der Kristall im Schallkopf wird durch elektrische Spannung in Schwingung gebracht (**piezoelektrischer Effekt**). Jedes Gewebe des Körpers besitzt eine andere Durchlässigkeit für Ultraschallwellen und reflektiert diese unterschiedlich.

Die reflektierten Schallwellen werden wie ein **Echo** (► S. 28) aufgefangen und es wird daraus ein Bild errechnet, das am Monitor sichtbar wird.

Verwendung der Sonografie:

- Schnittbilder von Organen und Geweben aufzeichnen
- Bewegungen von Organen des Körpers sichtbar machen
- Untersuchung verschiedener Organe und Blutgefäße (z. B. Halsschlagader)
- Untersuchung von Gelenksstrukturen (z. B. Kniegelenk)
- in der Schwangerschaft zur Kontrolle der Entwicklung des ungeborenen Kindes



Abb. 42 Ultraschalluntersuchung

Frequenz (f) = Zahl der Schwingungen pro Sekunde

piezoelektrischer Effekt = durch Verformung von Piezokristallen erzeugte elektrische Ladung an der Oberfläche der Kristalle

NAWI-XTRA

Dopplersonografie

Eine der häufigsten Formen der Sonografie ist die **Dopplersonografie** (► Abb. 43).

Damit werden Flüssigkeitsströme (z. B. vom Blut) dargestellt. Damit können die Blutfließgeschwindigkeit und Gefäßverengungen (z. B. bei der Halsschlagader) aufgezeichnet werden.

- Die Ultraschallwellen werden vom Sender des Schallkopfes ausgesendet und
- von den Erythrozyten reflektiert,
- und anschließend vom Empfänger im Schallkopf aufgenommen.

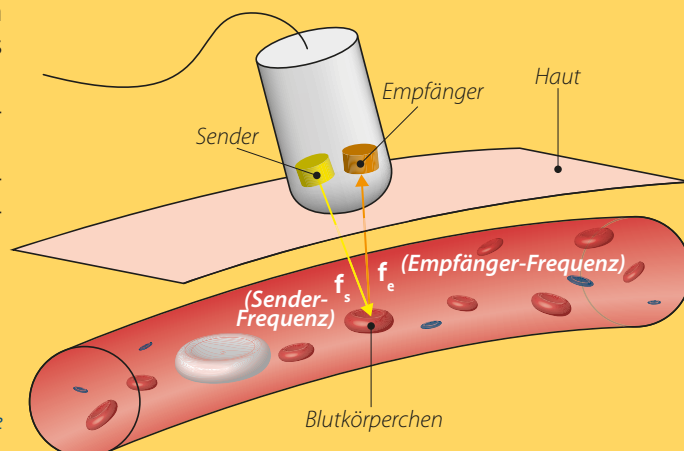


Abb. 43 Dopplersonografie

SPECIALS

- Bei einer Ultraschalluntersuchung des **Bauchraums** sollte man vier Stunden davor nichts gegessen haben.
- Die Untersuchung findet meist im Liegen statt und zur besseren Darstellung wird ein **Kontaktgel** auf die Haut aufgetragen.

Die Ultraschalluntersuchung ist völlig schmerzfrei und kann so oft, wie notwendig, durchgeführt werden, da kein schädlicher Einfluss auf den menschlichen Körper bekannt ist.

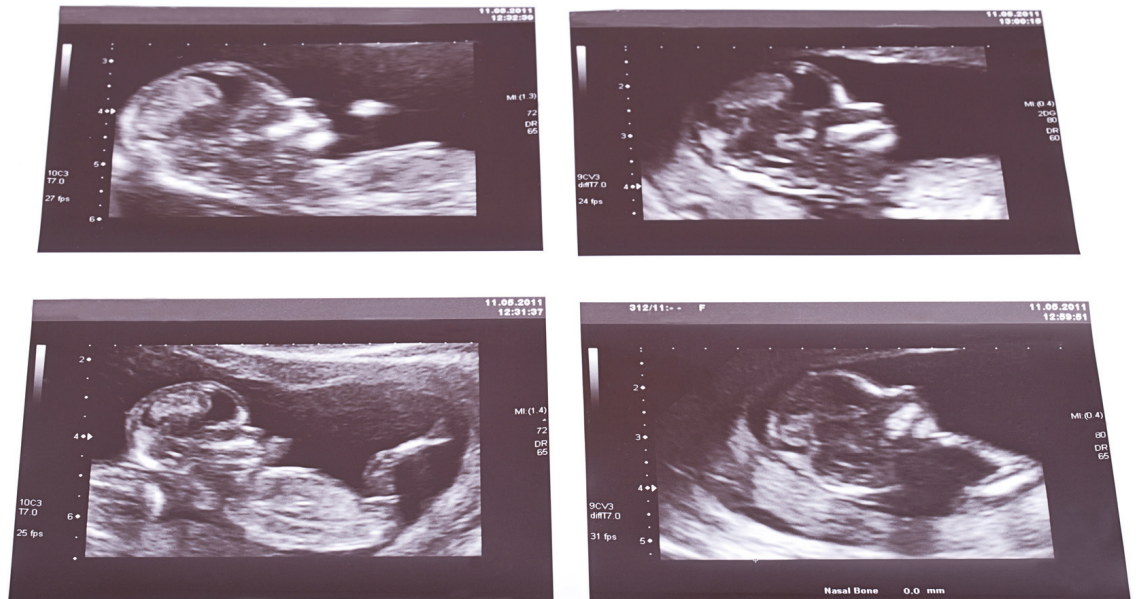


Abb. 44 Ultraschallbilder eines Ungeborenen

3.3.4 Bei welchen Therapien wird Ultraschall eingesetzt?

Die Ultraschalltherapie wird zur Schmerzlinderung und zur Unterstützung von Selbstheilungsprozessen eingesetzt.

Der Schallkopf wird über die erkrankte Stelle geführt. Dies führt zu einer Erwärmung und Gewebewebung im Körperinneren. Dadurch werden die Durchblutung der erkrankten Körperstelle und das Immunsystem angeregt.

Eine **Ultraschalltherapie** erfolgt u. a. bei

- Verspannungen der Muskulatur,
- Verletzungen oder Reizungen von Gelenken und Sehnen,
- Sehnen- oder Muskelschmerzen,
- Gewebe- und Narbenverklebungen,
- Knochenbrüchen.

3.3.5 Was ist eine Positronen-Emissions-Tomographie (PET)?

Mit Hilfe einer Positronen-Emissions-Tomographie können Stoffwechselvorgänge im Körper in **3D-Form** sichtbar gemacht werden.

Es ist eine **nuklearmedizinische Untersuchung**, bei der einer Person eine radioaktiv markierte Substanz, der **Tracer**, verabreicht wird. Als Tracer wird ein traubenzuckerähnlicher Stoff verwendet, der mit einem **radioaktiven Isotop** markiert ist. Je nach Zellstruktur und Zellaktivität verteilt sich der Tracer unterschiedlich im Gewebe.

Der Tracer zerfällt in Positronen (**β -Strahlung**). Wenn ein Positron auf ein Elektron im Körper trifft, werden zwei **Photonen** im 180°-Winkel voneinander ausgesandt. Dieser Vorgang ist die **Annihilation**. Das PET-Gerät enthält im Ring Empfänger, die die räumliche Verteilung der Photonen messen und aufzeichnen. In der Grafik (► Abb. 45) ist dieser Vorgang vereinfacht dargestellt. Die Signale vom Ringempfänger werden im Computer in Daten umgewandelt und zu einem Bild zusammengesetzt.

Nuklearmedizin = ein medizinisches Fachgebiet, in dem radioaktive Substanzen bei Diagnose- und Therapieverfahren eingesetzt werden

Positronen = Antiteilchen des Elektrons mit positiver Ladung

Photon = Elementarteilchen der elektromagnetischen Strahlung (► S. 45)

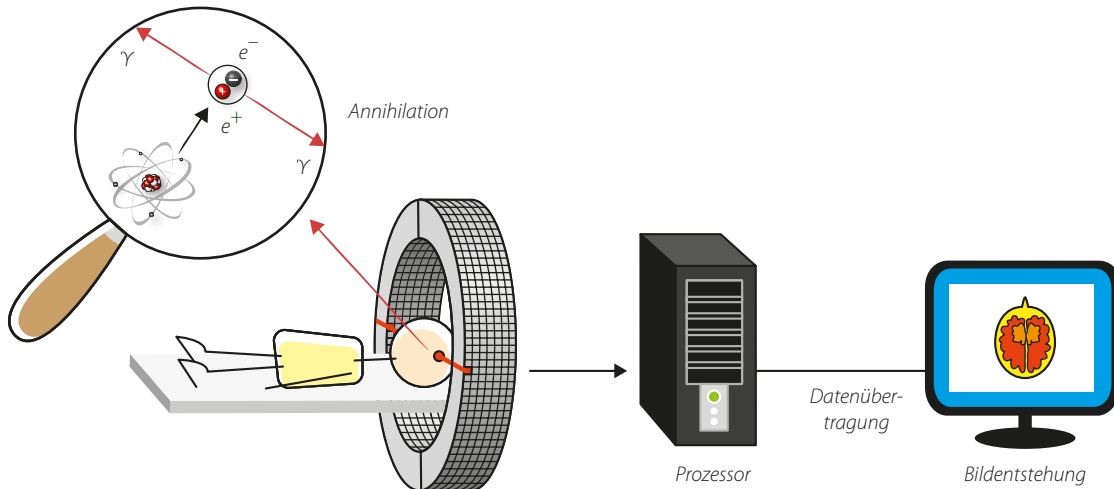


Abb. 45 Vorgang im Positronen-Emissions-Tomograph (PET)

Wie bei der Computertomographie (► S. 136) liegt man auf einer Liege. Man sollte sich nicht bewegen, während die Liege stufenweise in die große Geräteöffnung geschoben wird.

Heute werden oft Kombigeräte aus PET und CT verwendet, um bessere und kombinierte Untersuchungsergebnisse und Bilder zu erhalten.

Eine Untersuchung mittels PET wird meistens bei der **Krebsdiagnose** durchgeführt. Es kann damit ein Krebsherd gesucht oder sichtbar gemacht werden. Weiters können die Bösartigkeit und das Stadium der Erkrankung bestimmt werden. Diese Untersuchung ist notwendig, um die passende Therapieform und den möglichen Therapieerfolg bei einer Krebserkrankung zu erkennen. Ebenso wird eine PET-Diagnose bei Herz-, Nervenerkrankungen und Erkrankungen der **Schilddrüse** durchgeführt.

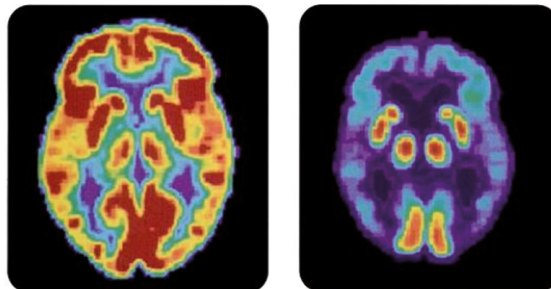


Abb. 46 PET-Bilder: Vergleich eines gesunden Gehirns (links) mit einem demenzkranken Gehirn (rechts)

SPECIALS

- **Vor der Untersuchung** im Positronen-Emissions-Tomographen darf man sechs Stunden nichts essen und nur zuckerfreie Getränke ohne Kohlensäure trinken.
- Wenn der Tracer verabreicht wurde, muss man für ca. 45 – 90 Minuten entspannen und darf nicht sprechen.
- Während dieser Zeit verteilt sich der Tracer über den Blutkreislauf im Körper.

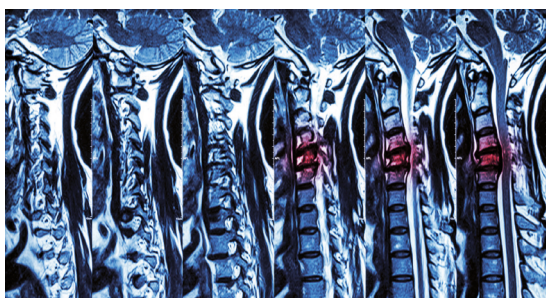
Die **Belastung des Körpers** mit dem radioaktiven Tracer hat keine Nebenwirkungen, da die Dosierung sehr gering ist. Die Strahlenbelastung ähnelt jener bei der Computertomographie. Wenige Stunden danach ist nichts mehr nachweisbar. Man sollte nach der Untersuchung reichlich Wasser trinken und die Blase entleeren, um rasch den Tracer aus dem Körper zu schwemmen.

Bei **Schwangerschaft** und in der **Stillzeit** wird eine PET-Untersuchung nur durchgeführt, wenn keine andere Alternative möglich ist. Daher sollte die Mutter die Ärztin oder den Arzt über eine mögliche oder bestehende Schwangerschaft und darüber, ob sie stillt, informieren.

Eine PET-Untersuchung wird in Krankenhäusern mit einer **nuklearmedizinischen Abteilung** durchgeführt. Meist erfolgt die Untersuchung **ambulant**, das heißt, die Patientin oder der Patient kommt mit einer Überweisung von der Ärztin oder vom Arzt ins Krankenhaus und kann dieses nach der Untersuchung wieder verlassen.

Eine Positronen-Emissions-Tomographie wird therapiebegleitend eingesetzt, um den Therapieerfolg festzustellen. Als eigene Therapieform kommt ein PET nicht zum Einsatz.

3.3.6 Magnetresonanztomographie (MRT) – Verfahren ohne Röntgenstrahlen



Ein **MRT** ist ein bildgebendes Verfahren, das ohne Röntgenstrahlen Schnittbilder des menschlichen Körpers liefert. Dafür wird ein Magnet mit hoher Feldstärke verwendet.

Abb. 47 MRT-Schnittbilder der Wirbelsäule (rot markiert: eine Verletzung im Halswirbelbereich)

Die physikalische Basis der Magnetresonanztomographie beruht auf der Eigenschaft von **Wasserstoffatomkernen**, die aufgrund des **Spins** ein magnetisches Moment entwickeln. Diese Wasserstoffatome werden, vereinfacht erklärt, wie Magneten durch den Magneten ausgerichtet. Zeitgleich werden **Radiowellen** auf den Körper eingestrahlt, die die Ausrichtung der Wasserstoffatome stören. Schaltet man die Radiowellen ab, so gehen die Wasserstoffatome in die Ausgangslage zurück. Dabei senden sie selbst Radiowellen aus. Diese Signale werden von einem Empfänger aufgefangen und in Bilder umgesetzt.

Mit dem MRT untersucht man

- unterschiedliche Gewebearten (z. B. entzündetes Gewebe),
- Veränderungen im Bereich Gehirn, Bauchorgane, Muskeln,
- Gelenke,
- Heilungsverlauf von erkranktem Gewebe.

Da die Untersuchung in einem starken Magnetfeld stattfindet, kann das Untersuchungsergebnis durch **Metallteile** in und am Körper beeinflusst werden. Es kann zu Verletzungen und Bildfehlern in den Aufnahmen kommen.

Herzschrittmacher, künstliche Gelenksimplantate und Innenohrimplantate können durch das Magnetfeld beschädigt werden.

Folgende Gegenstände müssen vor der Untersuchung entfernt werden:

- Schmuck, Brille, Uhr, Piercings, Make-up
- Geld, Scheckkarte mit Magnetstreifen – kann unbrauchbar werden
- metallene Gegenstände an der Kleidung, z. B. Reißverschluss, Nieten
- Zahnprothesen

Die Untersuchung erfolgt im Liegen. Während der Untersuchung nimmt man laute **Klopfgeräusche** wahr. Sie stammen von einem Kunststoffrohr, das durch das Ein- und Ausschalten der Magneten in Schwingung gerät. Die Klopfgeräusche sind völlig normal, man kann Ohrstöpsel oder Kopfhörer erhalten.

Da das MRT ein schmerzfreies und risikoarmes Untersuchungsverfahren ist, kommt es kaum zu **Nebenwirkungen**. Es kann durch die enge Magnetöhre zu einer **Platzangst** kommen. Bei **Tätowierungen** kann es, aufgrund metallhaltiger Farbstoffe, zu Hautreizungen und Schwellungen kommen.

In der **Schwangerschaft** wird ein MRT erst ab dem dritten Schwangerschaftsmonat durchgeführt, da es zu einer Schädigung der Embryos durch die magnetische Wirkung kommen kann.

Die **Magnetresonanztomographie** wird begleitend zu einer Therapie eingesetzt, um den Heilerfolg zu überprüfen. Bei Operationen wird MRT eingesetzt, um eine bessere Kontrolle des Eingriffes zu erlangen.

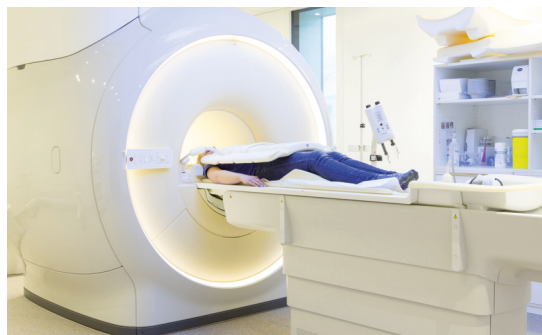


Abb. 48 MRT-Untersuchung

Spin =
Eigendrehimpuls
von Teilchen

Radiowellen = elektro-
magnetische Wellen



3.3.7 Endoskopie – Untersuchungen mit kleiner Kamera

Bei einer Endoskopie blickt man mit Hilfe eines Endoskops in Körperhöhlräume wie den Magen-Darm-Trakt oder ins Kniegelenk.

Ein **Endoskop** (► Abb. 49) ist ein schlauchförmiges Instrument, mit dessen Hilfe man Bilder aus den Hohlräumen anschauen kann. Die digitalen Bilder (► Abb. 50) werden auf einem Videomonitor abgebildet.



Abb. 49 Flexibles Endoskop mit mehreren Kanälen

Das Endoskop besitzt mehrere Kanäle, durch die die verschiedensten Instrumente eingeführt werden können. Dadurch ist es möglich, auch eine **Biopsie** (► S. 134) oder einen **operativen Eingriff** zur Entfernung von Fremdkörpern zu tätigen.

Auch ein kleines Ultraschallgerät kann mit einem speziellen Endoskop eingeführt werden, um die Schichten der Magen- und Darmwand zu beurteilen.

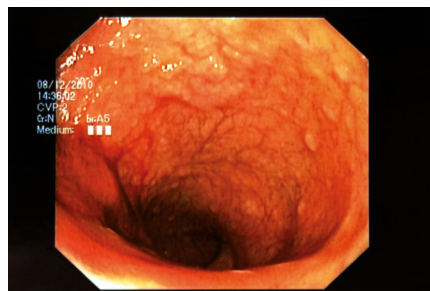


Abb. 50 Endoskopie-Bild vom Darm

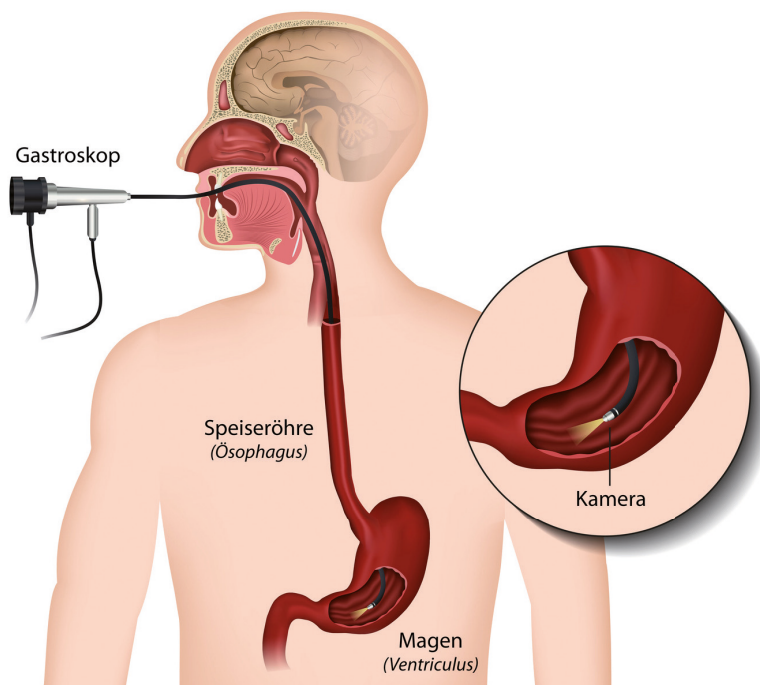


Abb. 51 Gastroskopie

Eine Endoskopie kann in folgenden Bereichen durchgeführt werden:

- Magen-Darm-Trakt
- Gebärmutter
- Blase
- Bronchien – Lunge
- Bauchraum
- Kniegelenk

SPECIALS

- Zwei der häufigsten Endoskopien sind die **Magenspiegelung** (Gastroskopie ► Abb. 51) und die **Darmspiegelung** (Koloskopie).
- Dabei wird man lokal betäubt oder bekommt ein Schlafmittel, um die Untersuchung besser zu vertragen.
- Eine Magenspiegelung wird bei Verdacht auf **Magengeschwüre** unternommen.
- Die Darmspiegelung dient zur Abklärung von Darmgeschwüren.
- Beide Untersuchungen können auch gekoppelt werden. Sie sind wichtig für die **Krebsfrüherkennung**.

Xenon = Xe, ein chemisches Element, Edelgas, wird als Füllgas in Xenon-Gasentladungslampen eingesetzt; beim Autoscheinwerfer oder Endoskop

Leuchtdioden = Light Emitting Diode, LED

Physikalische Grundlagen des Endoskops

- eine **Lichtquelle**, meist eine teure **Xenon-Lampe**: Die Lichtstärke ist hervorragend, aber durch das häufige Ein- und Ausschalten wird sie vorzeitig kaputt.
Als eine weitere Lichtquelle werden auch **Leuchtdioden** eingesetzt. Ihre Lichtstärke ist allerdings nicht so gut wie jene von Xenon-Lampen.
- ein **Lichtleiter** (meistens Glasfaser, aber es sind auch lichtleitende Gele möglich): Die Gellichtleiter sind für die Übertragung von UV-Licht (► S. 44) besser geeignet als Glasfasern. Gellichtleiter sind nicht so biegsam wie Glasfaser-Lichtleiter. Im Körperinnern sieht man zwar auch ohne Lichtleiter, aber für die Bilddarstellung ist es zu dunkel.
- Der dritte Teil des Sets ist der **Bildleiter** oder das Endoskop: Er besteht aus tausenden Glasfasern und hat eine sehr gute Auflösung. Man kann sagen: Je größer der Durchmesser des Endoskops ist, desto heller und weiter ist das Bild.

Es herrscht folgender Zusammenhang:

- großer Sichtwinkel = geringe Vergrößerung; ähnlich einem Weitwinkelobjektiv beim Fotoapparat
- kleiner Sichtwinkel = extreme Vergrößerung; ähnlich einem Teleobjektiv beim Fotoapparat

Neben dem medizinischen Einsatz verwendet man Endoskope noch in folgenden Bereichen:

- Archäologie – Untersuchung von Mumien
- Rettung von Verschütteten oder Kontaktaufnahme mit ihnen
- Untersuchung von Autohohlräumen auf Drogen oder Schmuggelware
- Untersuchung von Motoren
- Untersuchung von Wasser- und Abwasserleitungen
- um den Aufbau von Tierbauten, wie Vogelnestern oder Maulwurfbauten, zu erforschen

Eine Weiterentwicklung der Endoskopie ist die Endoskop-Pille oder **Kapselendoskopie**. Dabei wird eine Minikamera in Form einer Pille verschluckt und die natürliche Darmbewegung transportiert die Kapsel durch den Magen-Darm-Trakt. Die Kapsel wird vom Körper ausgeschieden. Sie wird nur einmalig verwendet. Eine Biopsie oder ein operativer Eingriff kann hier nicht zeitgleich erfolgen.

Als **Nebenwirkung** einer Endoskopie kann das Schlucken des Endoskops als unangenehm empfunden werden. Nach einer zeitgleichen Biopsie kann es zu Blutungen kommen.

3.4 Was geschieht bei einer Laserbehandlung?

Bei einer Laserbehandlung oder Lasertherapie kommt es zu einer Lichtverstärkung durch eine stimulierte Aussendung von Strahlung. Laserstrahlen sind **elektromagnetische Wellen** (► S. 23).

MINI 7

Woher sind Ihnen Laser bekannt?

- ☹️☹️ Überlegen Sie, in welchen Bereichen Laser vorkommen.
- ☹️☹️ Bei welchem Bereich handelt es sich um eine Laserbehandlung?
- ☹️☹️ Warum sollte Laserlicht nicht in die Augen gestrahlt werden? Formulieren Sie eine Begründung.

Beim Laser wird ein **Atom** gezielt angeregt. Normalerweise geben Atome ihre überschüssige Energie spontan in Form von Licht ab. Wird aber das Atom mit einer bestimmten Energie (z. B. Lichtwelle wie beim Laser) bestrahlt, so übernimmt das Atom die Eigenschaften der Lichtwelle. Es kopiert die Welle und strahlt Licht ab, mit demselben Schwingungstakt und in die gleiche Richtung wie die Originalwelle. Dies nennt man eine **stimulierte Emission**.

Es werden aus wenigen Lichtwellen zahlreiche Kopien erstellt. Die **Lichtwellen** müssen dabei immer wieder an den Atomen vorbeigeführt werden. Dazu verwendet man Spiegel, die die Lichtwellen auffangen und sie so übereinander lagern, dass eine **stehende Welle** entsteht. Den Atomen muss ständig neue Energie zugeführt werden. Dies erfolgt mit Hilfe einer hellen Lampe.

LASER =

Light amplification by stimulated emission of radiation; Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung

stehende Welle =

eine Welle, deren Auslenkung an bestimmten Stellen immer bei Null bleibt (► S. 25)



NAWI-XTRA

LASER

Ein Laser muss ständig mit Energie versorgt werden. Diese Energie regt das laseraktive Material an. Die Atome werden in einen höheren Energiezustand versetzt. Die Atome gehen immer wieder in einen niedrigeren Energiezustand. Die überschüssige Energie wird in Form von Laserwellen abgegeben. Beim Laser gibt es zwei Spiegel: Einer fängt die Wellen auf und der zweite Spiegel ist teildurchlässig. Damit kann das Laserlicht austreten. Die Grafik (► Abb. 52) beschreibt vereinfacht diesen Vorgang.

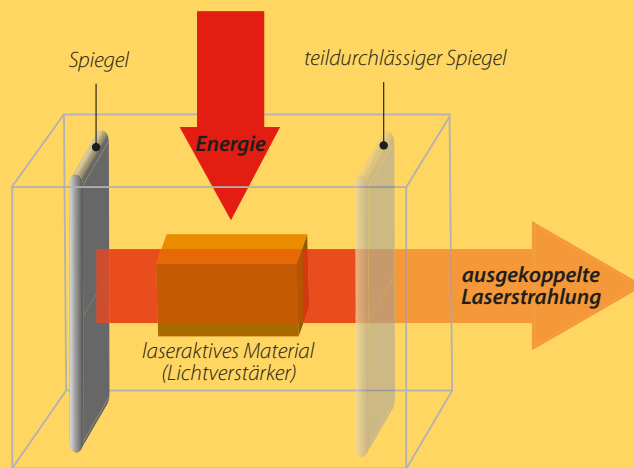


Abb. 52 Schema LASER

Die **Lasertherapie** wird vor allem in der Medizin, aber auch in der Kosmetik angewendet. Je nach Behandlungsziel werden dabei die physikalischen Eigenschaften des Lasers so gewählt, wie es nötig ist. Die physikalischen Eigenschaften des Lasers sind abhängig von:

- Wellenlänge
- Stärke oder Intensität
- Pulsdauer und Pulsfrequenz: Beide beeinflussen die Wechselwirkung mit dem Gewebe. Diese Wechselwirkungen können einfache Hitzewirkungen, aber auch Verdampfung von Gewebe oder chemische Veränderung bewirken.

Einige Beispiele für eine Lasertherapie:

In der **Zahnheilkunde**:

- zur Entfernung von Karies mit Hilfe eines Laser-Bohrers: Da der Zahnerv den Puls des Lasers nicht wahrnehmen kann, ist diese Behandlung schmerzfreier.
- gegen Parodontitis (Entzündung des Zahnfleisches durch Bakterien) zum Abtöten der Bakterien
- Beim Bleaching (Zahnaufhellung) wird ein Bleichmittel auf die Zähne aufgebracht und mit Laser- oder UV-Licht aktiviert.

In der **Dermatologie** (Teilbereich der Medizin, der sich mit der Haut beschäftigt):

- zur Behandlung von Narben, z. B. bei Akne
- bei zu dunklen Flecken auf der Haut
- zur Entfernung von Tätowierungen: Dabei können die dunklen Farben nach mehrmaligen Sitzungen besser entfernt werden. Die Farben Rot und Grün können nicht so leicht entfernt werden und übrig bleiben.
- zur Behandlung von Hautausschlägen
- zur Entfernung von Warzen
- bei bestimmten Hautkrebsformen, wie weißem Hautkrebs
- zur Behandlung von Nagelpilz



Abb. 53 Entfernung eines Tattoos

In der **Augenheilkunde**:

- zur Behandlung einer abgelösten Netzhaut
- zur Behandlung des Grauen Stars und Grünen Stars

Ebenso werden Laser bei Operationen eingesetzt, um Blutgefäße zu „verschweißen“ und somit eine Blutung zu unterbinden.

Akne = eine vermehrte Produktion von Hautfett in Talgdrüsen der Haut: Dadurch kommt es zu Reizungen und Entzündungen der Haut in der Umgebung in Form von roten Knötchen.

Grauer Star = Trübung der Augenlinse

Grüner Star = Augenerkrankung, die zur Erblindung führt

In der **Kosmetik**, einem nicht-medizinischen Bereich, kommt es zum Einsatz von Laserbehandlungen:

- zur Haarentfernung
- zur Behandlung großer Hautporen und oberflächlicher Narben
- zur Hautstraffung

Bei einer Laserbehandlung, egal ob medizinisch oder kosmetisch, kann es zu **Nebenwirkungen** kommen, z. B. zu Rötungen, Juckreiz, Sonnenempfindlichkeit der behandelten Stelle oder Verbrennungen durch zu hohe Hitzeeinwirkung.

WISSENSBOX

- Das **Gesundheitssystem** bietet unterschiedliche Untersuchungs- und Behandlungsmethoden an.
- Die **Anamnese** ist ein analysierendes Gespräch zwischen Ärztin/Arzt und Patient/in.
- Je nach Art der Erkrankung kommt es zu Untersuchungen der Körperflüssigkeiten in einem **medizinischen Labor**.
- Die erhaltenen **Laborwerte** ermöglichen eine weitere Behandlung oder Therapie.
- In der **Zytodiagnostik** werden die Zellen beurteilt und untersucht. Diese Zellen können durch einen **Abstrich**, eine **Biopsie** oder eine **Punktion** erhalten werden.
- **Bildgebende Verfahren** liefern Einblicke in das Körperinnere.
- Beim **Röntgen** und der **Computertomographie** werden **Röntgenstrahlen** verwendet.
- Um genauere Bilder von Organen und anderen Weichteilen des Körpers zu erhalten, wird ein **Kontrastmittel** verabreicht.
- Die **Strahlenbelastung** ist bei modernen Geräten gering, jedoch sollen die Geschlechtsorgane mit Bleischürzen geschützt werden.
- Bei einer **Schwangerschaft** ist Röntgen nur im äußersten Notfall erlaubt. **Kinder** sollten ebenso nicht zu häufig geröntgt werden.
- Röntgenstrahlen können auch bei verschiedenen **Therapien** eingesetzt werden.
- Die **Ultraschall-Untersuchung** oder Sonografie verwendet den Ultraschall für das Entstehen der Bilder.
- Die Ultraschall-Untersuchung ist völlig schmerzfrei und hat keinen Einfluss auf den menschlichen Körper.
- **Ultraschalltherapie** kann bei Muskelverspannungen, Gelenks- und Sehnenbeschwerden eingesetzt werden.
- Bei der **Positronen-Emissions-Tomographie (PET)** wird ein leicht **radioaktiver Tracer** in den Körper gespritzt. Dieser Tracer verteilt sich unterschiedlich in den Zellen und zeigt Entzündungsherde oder besonders aktive Zellen, z. B. Krebszellen, an. Die **Belastung des Körpers** mit radioaktivem Material ist sehr gering. In der Schwangerschaft sollte nur im äußersten Notfall eine PET-Untersuchung durchgeführt werden.
- Bei der **Magnetresonanztomographie (MRT)** werden Schnittbilder mit Hilfe eines Magneten hergestellt. Dabei sollen keine Metallteile am oder im Körper sein, da die Bilder sonst verzerrt werden.
- Bei der **Laserbehandlung** kommt es durch eine stimulierte Emission zu einer Lichtverstärkung. Laserstrahlung ist eine **elektromagnetische Welle**, die gebündelt wird. Eine Laserbehandlung kann in der Zahnheilkunde, Dermatologie, Augenheilkunde und bei Operationen erfolgen. Auch in der Kosmetik kommt es zu Laserbehandlungen. Als **Nebenwirkungen** einer Laserbehandlung können Hautrötungen, Juckreiz, Verbrennungen und Sonnenempfindlichkeit auftreten.